

L'hybride *E. melanococca* × *E. guineensis* et son amélioration

Un nouvel avenir pour le palmier à huile

J. MEUNIER (1), G. VALLEJO (2) et D. BOUTIN (3)

Résumé. — L'*Elaeis guineensis* s'hybride facilement avec l'espèce américaine *Elaeis melanococca*. La descendance, généralement vigoureuse, présente de nombreuses similitudes morphologiques avec son parent américain. Pour la plupart des caractères quantitatifs, cependant, l'hybride apparaît intermédiaire à ses deux parents. La croissance en hauteur relativement lente, l'adaptation à des écologies marginales et surtout la qualité de l'huile et les facteurs de résistances constituent les principaux avantages de cet hybride. L'I. R. H. O. a entrepris son amélioration et poursuit actuellement un programme de sélection complet qui comporte des tests d'aptitudes générales à la combinaison entre souches, des tests d'aptitudes spécifiques entre géniteurs, et divers essais génétiques destinés à résoudre les problèmes posés par cette hybridation interspécifique. Simultanément des observations cytologiques détaillées sont poursuivies sur les parents et l'hybride, et des essais multilocus permettent d'étudier le comportement et les exigences agronomiques de cette nouvelle culture.

Mots clés : Palmier à huile, *Elaeis melanococca*, Hybride interspécifique *E. melanococca* × *E. guineensis*, Amélioration, Productivité, Qualité de l'huile, Résistance aux maladies.

Les palmiers oléagineux abondent en Amérique latine. Depuis près de deux siècles les botanistes en ont décrit et classé plusieurs centaines d'espèces. Parmi elles, *Elaeis melanococca* (ou *oleifera*), cet arbre si particulier par sa répartition, son port, son feuillage qu'on ne sait tout d'abord quel genre lui attribuer, et pourtant si proche du *guineensis* par ses régimes et sa biologie qu'il est qualifié de « palmier américain ».

L'Afrique et l'Extrême-Orient connaissent cet arbre. Les quelques exemplaires introduits attirent par leur feuillage, leur croissance lente et la possibilité de les hybrider avec *E. guineensis*. Mais c'est l'époque de l'énorme développement de cette dernière espèce en Malaisie, en Indonésie, au Zaïre... L'aboutissement des recherches génétiques et agronomiques relance cette expansion à de nombreux pays après la seconde guerre mondiale.

Cependant, l'Amérique voit son déficit en huiles végétales augmenter. On y introduit le palmier à huile : ici c'est le succès, mais là, plusieurs milliers d'hectares disparaissent, balayés par une maladie inconnue. Seule, une centaine d'arbres survit : ce sont les « hybrides » provenant d'une fécondation réalisée par Schoenetzter au Surinam.

Cet exemple de résistance illustre un des attraits du *melanococca*. Il confirme aussi, l'intérêt du programme d'amélioration que l'I. R. H. O. avait commencé dès 1968, et que nous allons tenter d'exposer après une brève description de l'hybride.

L'HYBRIDE

E. MELANOCOCCA × *E. GUINEENSIS*

Description.

Vanderweylen et Roels [1949] puis Hardon [1969] ont donné des descriptions assez précises de cet hybride. Nous les reprendrons en ajoutant quelques détails.

Le système racinaire apparaît très semblable à

celui du palmier à huile dans sa conformation. On note cependant quelques différences cytohistochimiques, les racines d'hybrides renfermant, comme celles du parent américain, une plus grande quantité de tanins et de composés phénoliques que le *guineensis* [Arnaud et Rabéchault, 1972].

Le stipe a une croissance nettement plus lente que chez le palmier à huile.

Les feuilles, assez raides, tendent à former une jupe touchant le sol autour du stipe ce qui peut gêner la récolte. L'arbre hérite du *melanococca* la disposition, pratiquement dans un plan, des folioles (on note cependant fréquemment une tendance à former deux plans très légèrement décalés de 3 à 5°, surtout vers la base des palmes).

Les folioles, plus longues et plus larges que chez le palmier, apparaissent également plus rigides et raides au toucher. Comme chez *E. melanococca*, des charnières dues au développement de l'hypoderme vers l'intérieur bordent les faisceaux libéroligneux importants. En revanche, les formations épidermiques (stomates, poils) ne montrent aucune différence [Arnaud, 1973]. Le nombre des cellules tannifères est intermédiaire à celui des deux parents, les folioles de *melanococca* renfermant le double de polyphénols par rapport à celles de *guineensis*.

Les régimes conservent un aspect voisin de ceux de *melanococca*, surtout par la forme des épillets sans épines. Ils héritent également du pourcentage élevé de fruits parthénocarpiques. Les fruits possèdent une coloration intermédiaire à celle des deux espèces : généralement noirs au début, ils virent au brun olivâtre puis à l'orangé vif à maturité.

En fait, pour de nombreux caractères, les variations existant entre les différentes populations *melanococca* d'une part, et les souches *guineensis*, d'autre part, se retrouvent en partie dans l'hybride. A San Alberto, par exemple, on observe que les hybrides avec l'origine Colombie possèdent une spathe plus engainante et persistante que ceux issus de l'origine Brésil. Les hybrides créés avec les souches *guineensis* La Mé et Yangambi semblent différer par leur croissance et leur sex-ratio.

De même, la longueur de la feuille peut changer selon les hybrides (Tabl. I).

(1) Département Sélection I. R. H. O., Paris.

(2) I. A. Programa Oleaginosas Perennes I. C. A., Palmira (Colombia).

(3) Service Sélection I. R. H. O., La Mé (Côte d'Ivoire).

TABLEAU I. — Longueurs comparées des feuilles d'*E. guineensis* et d'hybrides dans des situations similaires
(Lengths of *E. guineensis* and hybrid leaves compared in similar situations)

Situation	Origine des parents (Origin of parents)		Année de plantation (Year of planting)	Longueur de la feuille (Length of leaf) (m)	
	<i>E. melanococca</i>	<i>E. guineensis</i>		Hybride	<i>E. guineensis</i>
Johore Malaisie (<i>Malaysia</i>) (1) ...	—	D Déli	1959	6,4	6,1
Tumaco Colombie (<i>Colombia</i>) (2) ..	Palmira	D Aracataca	1962-63	7,2	6,1
La Mé Côte-d'Ivoire (<i>Ivory Coast</i>)	Monteria	T Yangambi	1967	6,0	6,2
La Mé — —	San Alberto	Fécondation libre (<i>Open pollination</i>)	1968	5,5	5,3
Marihat Indonésie (<i>Indonesia</i>) (3) ..	Surinam	D Déli	1959	3,8-4,0	5,0-5,5

(1) Hardon [1969].

(2) Vallejo et Cassalet [1975].

(3) Lubis [1970] (Communication personnelle — *Personal communication*).

Production et qualité de régime.

Ici aussi de grandes différences existent entre types d'hybrides et, pour un même type, entre les différents croisements.

En général, il semble que la production de régimes de l'hybride puisse être au moins égale sinon supérieure à celle du *guineensis*. En Malaisie, Hardon [1969] décrit un avantage de l'hybride sur le *guineensis* d'environ 30 p. 100 pour le poids total de régimes. A San Alberto, les hybrides 1970 ont produit durant les 30 premiers mois de récolte de 1 à 14 p. 100, de plus que les *guineensis*. Cependant quelques résultats incitent à la prudence. Ainsi, 3 hybrides plantés à La Mé en 1967 montrent un rendement médiocre. Nous avons trouvé en Colombie un hybride ne produisant que des régimes andromorphes ; ce caractère rare disparaît rapidement chez le *guineensis*, il semble plus fréquent et plus persistant sur les hybrides.

Il est évident que le croisement entre un arbre sélectionné et des arbres spontanés dans des populations parfois éloignées peut conduire à des résultats très variables. Le fait que ce croisement soit interspécifique peut révéler aussi quelques « surprises ».

Pour les composantes de la qualité du régime, on retrouve les mêmes problèmes de variations, comme le montre le tableau II. Dans ce cas, le faible taux d'extraction du parent américain constitue un désavantage puisque ces composantes sont vraisemblablement en partie additives. La teneur en huile des régimes d'hybrides apparaît donc très médiocre si l'on considère les fruits normaux. En revanche les fruits parthénocarpiques, souvent plus importants que les précédents, atténuent ce défaut grâce à leur richesse en pulpe (presque 100 p. 100 pour les tenera) cependant moins oléifère.

S'il est possible de trouver des lignées ayant un taux d'extraction voisin de celui du palmier à huile, il n'en reste pas moins indispensable d'effectuer une sélection sévère afin d'éliminer les hybrides médiocres pour ce caractère.

INTÉRÊT DE L'HYBRIDE

On connaît assez bien les avantages appréciables que le *melanococca* peut transmettre à l'hybride. Une certaine plasticité écologique autoriserait sa culture dans des zones marécageuses ou, au contraire, déficitaires en eau. La croissance en hauteur, deux fois moins rapide que chez *E. guineensis*, constitue l'intérêt

économique le plus tangible : l'augmentation de la durée d'exploitation et surtout la réduction des coûts de récolte qui en résultent nous paraissent très appréciables notamment pour les plantations villageoises.

Mais nous voudrions insister ici sur deux aspects qui, à notre avis, représentent également des atouts majeurs pour l'avenir de l'hybride.

Les facteurs de résistance de l'hybride.

Les premiers indices de résistance de l'hybride à certaines maladies sont apparus à Turbo (Colombie) où, près d'un hectare planté en 1963, avec des croisements ayant un parent *melanococca* Surinam, a survécu à la pourriture de la flèche alors que tous les *guineensis* les entourant étaient détruits [ATAC, Coldesa, 1974]. Des observations postérieures ont précisé certaines tendances pour :

— **La pourriture de la flèche.** Alors que les 3 000 ha de Turbo étaient ravagés, les quelques hybrides plantés de 1963 à 1970, en plusieurs endroits, poursuivaient un développement normal. L'hybride possède donc une grande résistance qui n'est cependant pas totale. En effet sur les arbres plantés en 1963, plusieurs cas ont été signalés ; quelques individus ont récupéré spontanément, d'autres ont péri. Dans les plantations 1971, on a relevé en 4 ans, 34 cas sur 273 arbres (12 p. 100), mais le traitement chimique semble les guérir. Enfin, preuve de grande tolérance, sur plus de 300 ha plantés en 1973-1974 on a observé seulement 0,14 p. 100 de cas (en voie de guérison) alors que 75 p. 100 des 160 *guineensis* plantés accidentellement en même temps ont déjà disparu ;

— **Le Ganoderma.** A Banting, Moktar [1968] note que la plus faible incidence de cette maladie sur les hybrides par rapport aux Dumpy × Dumpy environnants peut refléter un degré de résistance. Ng Siew Kee [1976, *Communication personnelle*] cite les taux de mortalité due au *Ganoderma* dans le champ 1959 de Jenderata Estate.

Matériel	Mortalité (p. 100)
Déli Dumpy × Déli Dumpy	60-70
1/2 Dumpy × Pisifera	10
<i>Melanococca</i> × D Déli	0
<i>Melanococca</i> × Déli Dumpy	3

L'évolution semble différente à Banting où Turner rapportait récemment 39 p. 100 de mortalité dans les hybrides de 1958 ;

TABLEAU II. — Composition de régime de différents hybrides
(Bunch composition of different hybrids)

Matériel (Material)		Variété (Variety)	p. 100 fruit/régime (bunch)		p. 100 pulpe (pulp) /fruit		p. 100 huile/pulpe (oil/pulp)		p. 100 huile/régime (oil/bunch)			p. 100 unanale/ fruits normaux (kernel/normal fruit)	Poids du fruit (Weight of fruit) (g)		Nbre arbres analysés (N° of trees anal.)	Plantation date et lieu (Planting date and place)
Parent E. m.	Parent E. q.		N	P	N	P	N	P	N	P	Total		N	P		
Colombia × T Yangambi (Monteria)		T D	22,1 25,2	29,2 28,8	68,3 48,4	99,5 88,5	42,7 42,9	35,8 37,4	6,5 5,3	10,5 9,6	17,0 14,9	10,0 10,7	7,4 9,3	4,1 4,1	72 55	1967 : La Mé, Côte- d'Ivoire (Ivory Coast)
Colombia × T inconnu (un- known) (San Alberto)		T	19,5	30,7	69,7	100,0	48,9	43,2	6,6	13,3	19,9	—	—	—	13	1968 : La Mé, Côte- d'Ivoire (Ivory Coast)
Brasil × T Nigeria (1)		T D	68,8 61,6		73,6 59,2		50,0				25,3 18,2	7,9 8,3	8,6 8,4	— —	9 65	1964 : N. I. F. O. R. Station principale (Main Station) Ni- geria
Eala (Brasil ?) × D Deli (2) ..		D	43,0	12,2	58,1	91,0	46,2	18,3	11,7	2,3	14,2	7,7	17,7	—	45	1962 : Bah Jambi Indonesia
Surinam × D Deli (2)		D	41,5	14,3	46,7	88,5	38,6	24,7	7,4	3,3	10,7	11,7	15,2	—	41	1959 : Marihat, Indo- nesia
Surinam × D Deli (3)		D	24,3	41,0	52,7	84,3	41,6	37,4	5,3	12,7	18,0	8,8	—	—	—	1959 : Malaysia
12 B × P SOCFIN		T	51,4		—		49,6		—	—	21,0	—	—	—	30	1970 : Bloc (Block) R 8 SOCFIN, Malaysia
12 B × D SOCFIN (4)		D	54,6		—		46,7		—	—	18,2	—	—	—	22	
Colombia × D Aracataca (5)		D	24,9	33,0	46,6	—	35,3	—	4,0	10,1	14,1	12,6	9,1	—	13	1962-63 : Aracataca Colombia

(1) N. I. F. O. R. [1969].

(2) Lubis [1975].

(3) Hardon [1969].

(4) Socfin [1975].

(5) Vallejo and Cassalett [1975].

N = Fruits normaux — (Normal fruit).

P = Fruits parthénocarpiques — (Parthenocarpic fruit).

— **La pourriture basale du stipe** due à un ascomycète du genre *Ustilina*, se rencontre fréquemment à San Alberto. Le champignon forme une plaque sous laquelle les tissus pourrissent entraînant la chute de l'arbre. Ce phénomène n'a jamais été observé sur hybride. On a cependant trouvé ce champignon une fois sur *melanococca*, mais la plaque retirée ne laissait pas voir d'attaque [Lopez, 1975, *Communication personnelle*];

— **La fusariose.** Les premiers résultats des tests par inoculation semblaient indiquer que l'hybride ne possédait pas de résistance spécifique à cette maladie. Ainsi, les hybrides avec quelques « Brésil » apparaissent sensibles avec des indices supérieurs à 150 alors que certains San Alberto et Montéria (Colombie) présentent des indices de l'ordre de 50.

Les résultats des tests 1976 apportent un fait nouveau : certains arbres d'une finca de la région de Montéria montrent une résistance totale (indice 0) et quelques-uns de leurs hybrides obtiennent le même score, ce qui n'a jamais été observé sur *guineensis*. En revanche, à quelques dizaines de kilomètres les arbres d'autres fincas se révèlent très sensibles. Ceci illustre encore la variabilité pouvant exister entre

melanococca et les possibilités de sélection qui en découlent.

Si l'hybride extériorise d'indubitables qualités de tolérance à plusieurs maladies, d'autres observations tendent à lui reconnaître également une certaine défense naturelle contre les insectes nuisibles au palmier à huile ;

— **Leptopharsa gibbicarina F. (Gargaphia).** La présence de cet insecte piqueur serait étroitement liée aux dégâts causés par des champignons (notamment, *Pestalotiopsis*) en Colombie [Genty *et al.*, 1975]. Afin de préciser la biologie de cette punaise, on a tenté son élevage dans des manchons disposés sur différents arbres. On eut la surprise de constater que les adultes mouraient rapidement sur les hybrides alors que la population demeurait constante sur *E. guineensis*. Des essais répétés révèlent « une mortalité de 60 p. 100 après deux jours sur *melanococca* et hybride alors que celle sur *guineensis* est très faible ou nulle » [Genty, 1975, *Communication personnelle*]. Les différences de contenu en tanins dans les feuilles pourraient expliquer ces observations. Notons, cependant que *Pestalotiopsis* affecte l'hybride autant que le *guineensis* ;

— *Coelaenomenodera*. — Les résultats de Genty en Colombie sont à rapprocher de ceux de Philippe (1976) en Côte-d'Ivoire, qui constate une mortalité sensible des œufs de *C. elaeidis* sur hybride (39 p. 100 contre 26,1 p. 100 sur *E. guineensis*) et surtout une différence nette au niveau des jeunes larves (89,1 p. 100 de mortalité contre 46,6 p. 100) ;

— *Struthoscelis*. Une espèce, *S. semiotarsa* provoque en Colombie et en Equateur des découpures relativement faibles sur les folioles ; Mais très rapidement apparaît, à partir du dégât, une bande jaune orangé de 1 à 2 cm de large qui remonte jusqu'à la zone apicale de la foliole. Cette teinte, toujours visible chez *E. guineensis*, est vraisemblablement due à une toxine émise par l'insecte ou à une réaction de la plante. Elle n'existe pas sur l'hybride malgré la présence du défoliateur [Genty, 1975, *Communication personnelle*].

Sans vouloir ternir cet ensemble d'avantages, il nous faut équitablement citer quelques cas où l'hybride n'apparaît pas aussi supérieur. Ainsi, on trouve *Sagalassa valida* sur cet arbre, bien que l'on n'ait pas observé de destruction du système racinaire aussi totale que chez *E. guineensis*. Nous avons déjà mentionné une sensibilité égale au *Pestalotiopsis*.

De même l'acarien *Retracrus elaeis* peut provoquer un grave « orange spotting » [Keifer, 1975] ; toutefois, à San Alberto les différentes répétitions d'un essai mettent spectaculairement en évidence l'immunité totale de certains croisements.

La susceptibilité au *Cercospora*, parfois grave en Afrique, peut expliquer en partie le faible rendement des premiers *melanococca* × Yangambi de La Mé. Il paraît possible actuellement d'atténuer ce handicap par des traitements chimiques. Mais l'existence d'une variabilité importante entre souches et entre arbres ainsi que l'observation de relations nettes entre le comportement des parents et celui de leurs descendance permettent d'envisager une sélection efficace pour ce caractère.

Nous ajouterons enfin une anomalie d'origine génétique découverte sur quelques hybrides créés à partir de souches colombiennes ; les décolorations en taches, du type déficience chlorophyllienne, qui la caractérisent seraient dues à l'interaction de deux couples de gènes, l'un présent chez *E. guineensis* et l'autre chez *E. melanococca*.

La composition de l'huile.

L'huile de pulpe d'*E. melanococca* se caractérise par un taux relativement élevé d'acides gras insaturés (70 à 83 p. 100 contre 40 à 60 p. 100 chez *E. guineensis*). L'hybride semble hériter d'une huile de composition intermédiaire. Cet aspect prend un relief particulier à une époque où les spécialistes attribuent bon nombre d'affections cardio-vasculaires aux corps gras saturés, où la publicité vante le « mérite des huiles polyinsaturées à contrôler le cholestérol » et où le programme « qualité de la vie » devient un slogan. De plus l'abaissement du point de fusion, par rapport à l'huile de palme, diminue les difficultés de manutention.

Une huile d'hybride « moyenne » renferme environ 35 p. 100 d'acide palmitique, 50 p. 100 d'oléique, 12-14 p. 100 de linoléique [Meunier, Boutin, 1975]. Cependant ces chiffres masquent les variations entre les types d'hybrides car il est probable que les différences existant chez le *melanococca* d'une part, et chez le *guineensis* d'autre part, peuvent se retrouver chez l'hybride si la transmission des acides gras s'effectue comme chez le *guineensis* [Wuidart et Gascon, 1975].

Nous possédons peu de renseignements à ce sujet, mais les données du tableau III où l'on compare les croisements de 3 *melanococca* avec un La Mé et un Yangambi, aux populations La Mé, Yangambi et Monteria, semblent indiquer une hérédité additive, du moins pour les acides palmitique et oléique.

Nous avons déjà signalé que le taux d'extraction de l'hybride devait beaucoup aux fruits parthénocarpiques. Un essai conduit à La Mé n'a pas trouvé de différence avec les fruits normaux pour la constitution de l'huile excepté pour l'acide palmitique, légèrement plus important chez ces derniers (Tabl. IV), qui renferment également plus de carotène.

Une composition séduisante ne suffit pas à rendre une huile propre à la consommation. Une étude entreprise dans les laboratoires de l'IBANA, qui analysait les conséquences de l'ingestion d'huile d'hybride par des rats, démontre l'absence de différence significative avec l'huile d'arachide (témoin) tant sur la valeur nutritionnelle que sur les éventuels effets pathologiques [Baron *et al.*, 1974 ; Diomande, 1975 ; Dago, 1975].

Notons en remarque, que l'huile d'amande de *melanococca* pur présente des taux, faibles en acide laurique, élevés en acides myristique et oléique par rapport à l'huile de palmiste. La comparaison du tableau V aux résultats de Mac Farlane *et al.* [1975]

TABLEAU III. — Composition de l'huile d'hybrides et de leurs origines parentales
(Composition of hybrid oil and of their parental origins)

Matériel (Material)	Acides gras (Fatty acids) p. 100						Indice d'Iode (Iodine value)
	Myristique C 14 (Myristic)	Palmitique C 16 (Palmitic)	Stéarique C 18 (Stearic)	Oléique C 18 (Oleic)	Linoléique C 18 (Linoleic)	Insaturés (Unsaturated)	
<i>E. melanococca</i> Monteria (Colombia)	0,5	17,3	1,2	62,4	16,3	78,7	85
<i>E. m.</i> Monteria × <i>E. g.</i> La Mé (Côte-d'Ivoire — Ivory Coast)	0,5	30,5	2,1	52,5	14,5	67,0	70
<i>E. m.</i> Monteria × <i>E. g.</i> Yangambi (Zaire)	0,3	36,3	2,0	48,8	13,6	62,4	65
<i>E. guineensis</i> La Mé	0,4	36,1	8,7	43,6	11,3	54,9	57
<i>E. guineensis</i> Yangambi	0,7	47,1	5,2	32,5	14,5	47,0	53

montre que les arbres de Turbo et de Montéria sont voisins à cet égard. Nos résultats diffèrent cependant pour les hybrides, que nous trouvons plus proches du parent américain lorsque celui-ci est utilisé comme

femelle. Il semble donc que l'hérédité de la composition en huile de l'amande comporte un effet maternel net, ce qui n'est pas surprenant pour un caractère concernant un organe triploïde (Tabl. V).

TABLEAU IV. — Comparaison des fruits normaux et parthénocarpiques chez l'hybride Montéria (Colombie) × Yangambi (Zaire)
(Comparison of normal and parthenocarpic fruit in the Montéria-Colombia + Yangambi-Zaire hybrid)

Fruits	Acides gras (Fatty acids) p. 100							
	Myristique (Myristic)	Palmitique (Palmitic)	Palmitoléique (Palmitoleic)	Stéarique (Stearic)	Oléique (Oleic)	Linoléique (Linoleic)	Linoléinique (Linolenic)	Carotène (1)
	C 14	C 16	C 16	C 18	C 18	C 18	C 18	
Normaux (Normal).	0,2	34,5	0,4	2,0	49,8	13,0	0,1	0,077
Parthénocarpiques (Parthenocarpic)	0,3	32,9*	0,4	2,1	50,9	13,4	0,1	0,062**

(1) Exprimé en β carotène — (Shown in β carotene).

TABLEAU V. — Composition de l'huile d'amande de plusieurs croisements
(Composition of kernel oil of several crosses)

Croisements (Crosses)	Acides gras (Fatty Acids) p. 100										
	Nbre de graines (N° of seeds)	Caproïque (Caproic)	Caprylique (Caprylic)	Caprique (Capric)	Laurique (Lauric)	Myristique (Myristic)	Palmitique (Palmitic)	Stéarique (Stearic)	Oléique (Oleic)	Linoléique (Linoleic)	Indice d'Iode (Iodine value)
		C 6	C 8	C 10	C 12	C 14	C 16	C 18	C 18	C 18	
M × M (Monteria × Monteria)	5	1,3	1,7	1,6	29,6	26,0	9,9	1,7	24,6	3,6	27,4
M × G (Monteria × La Me)...	5	2,0	2,7	2,9	30,6	22,2	10,0	1,6	25,3	2,8	26,7
G × M (Deli × Monteria)....	5	0,2	5,8	5,0	51,4	18,4	6,4	1,3	9,7	1,8	11,4
G × G (Deli × Deli).....	5	0,3	5,6	4,9	49,5	16,3	7,5	1,8	12,3	1,8	13,7

M = *E. melanococca* — G = *E. guineensis*.

L'AMÉLIORATION DE L'HYBRIDE

L'ensemble des qualités précédemment exposées conduisait l'I. R. H. O. à envisager vers 1966 un programme d'étude et d'amélioration de l'hybride ayant pour objectif la création d'un matériel alliant les avantages des deux espèces.

L'originalité de cette entreprise exigeait de prévoir tous les problèmes que pouvait poser l'étude d'une espèce nouvelle, son hybridation avec une plante déjà améliorée, sa culture..., et de décider des travaux à conduire en s'inspirant de l'expérience acquise avec *E. guineensis*.

Ainsi, pour ne pas encourir les inconvénients, bien connus chez le palmier à huile, d'une variabilité génétique limitée, le premier souci de l'I. R. H. O. fut de prospecter systématiquement l'aire de dispersion du *melanococca* afin d'établir des collections et de caractériser les populations [Meunier, 1975].

Le schéma général.

Ce programme a pour but d'augmenter la productivité en huile de l'hybride. Il est conduit selon un schéma analogue à celui adopté pour *E. guineensis* [Meunier, Gascon, 1972] et comporte :

— des tests d'aptitude générale à la combinaison dans lesquels un échantillon de chaque population *melanococca* est croisé avec les diverses souches de *guineensis* actuellement utilisées afin de déterminer

les peuplements pouvant produire les meilleures combinaisons ;

— des tests d'aptitude spécifique à la combinaison où certains arbres d'une population sont fécondés avec des *guineensis* connus, afin de déceler les meilleurs hybrides pouvant exister entre deux populations remarquées pour leur aptitude générale à la combinaison. Ces essais comparatifs sont conduits selon des schémas du genre diallele partiel permettant en plus l'évaluation des variances génétiques ;

— des « champs généalogiques » composés d'auto-fécondations et de croisements (intra et inter populations) à l'intérieur de chaque espèce. Ces lignées utilisent les mêmes parents que les hybrides en test, elles permettent de reproduire les meilleurs croisements pour la livraison de semences et constituent la base du second cycle d'amélioration.

Les variations de rendement entrevues sur les hybrides existants incitent à accorder à ce programme une certaine ampleur quant au nombre d'arbres et de croisements à tester. Les informations qui s'en dégageront sur les variances (additivité, dominance, interactions...) seront, de plus, fondamentales pour l'adoption d'une stratégie : doit-on rechercher les meilleures combinaisons hybrides, puis les améliorer en conservant la bonne balance de relation interparentale ou, au contraire, est-il préférable d'améliorer chaque espèce séparément avant de les hybrider. Quelle importance relative faut-il accorder à ces méthodes pour chaque caractère.

Programmes complémentaires.

La réussite du schéma que nous venons d'exposer dépend fortement d'une meilleure compréhension de l'hybride. De plus, l'amélioration du rendement ne doit pas faire négliger les aspects qualité, résistance, adaptation...

— L'hérédité des caractères est étudiée à partir de croisements réciproques et F_2 . Cet ensemble est complété par des back-crosses notamment avec le Déli. Cet excellent dura pourrait en effet compenser le taux d'extraction médiocre du *melanococca*. Des dura Déli exceptionnels sont hybridés, et les arbres retenus dans la génération F_1 sont recroisés avec *E. melanococca*. A chaque génération on reprend les arbres ayant conservé le phénotype *melanococca* et une bonne qualité de régime. Notons qu'à long terme, en conduisant un programme identique à partir de tenera africain on pourrait réaliser des cultures $D \times P$ produisant pratiquement une huile de *melanococca* pur.

— Des recherches cytogénétiques comparent les structures des deux espèces et de leur hybride. Elles peuvent par exemple expliquer certaines résistances mais elles s'orientent principalement vers l'étude des phénomènes liés à l'hybridation interspécifique : anomalies d'appariements chromosomiques [Hardon, 1969], incompatibilité entre certains arbres, fertilité du pollen d'hybrides (il semble en effet que la viabilité de ce pollen soit de l'ordre de 30 p. 100, parfois moins) ...

— La composition de l'huile reçoit une attention particulière. Cet important programme est étroitement lié aux travaux conduits sur le *guineensis* [Wuidart et Gascon, 1975 ; Noiret et Wuidart, 1976].

En attendant de pouvoir observer les hybrides, tous les géniteurs américains sont analysés en vue de croiser les arbres présentant des taux élevés d'acides gras insaturés. L'huile de certains *melanococca* renferme 82 p. 100 d'insaturés (67 p. 100 d'acide oléique + 15 p. 100 d'acide linoléique, à 62 p. 100 d'oléique + 20 p. 100 de linoléique). Une hérédité additive de ces caractères permettrait d'espérer, en combinaison avec plusieurs arbres de l'origine La Mé des hybrides atteignant 70 à 75 p. 100 d'acides insaturés.

— Enfin, le comportement vis-à-vis des maladies est observé. En particulier, comme toutes les lignées des programmes de sélection, les hybrides sont soumis aux tests de résistance à la fusariose. Des études spéciales concernent la cercosporiose qui affecte particulièrement l'hybride en Afrique. Le comportement en test (inoculation artificielle) et au champ, sur de nombreux croisements (700 en Côte-d'Ivoire), permet de dégager des différences et d'effectuer une sélection.

Réalisation.

On conçoit aisément le coût élevé et les difficultés que peut représenter un tel programme. Sa réalisation présente un intérêt général pour la zone tropicale, notamment, l'Amérique latine berceau du *melanococca* mais aussi l'Extrême-Orient et l'Afrique, zones principales de culture du palmier à huile, sans oublier tous les pays utilisateurs d'huile de palme.

Il semble donc qu'une coopération internationale sur les plans financier et technique, soit justifiée.

Ceci est particulièrement vrai pour les prospections où, malgré nos travaux, aidés par de nombreux organismes sud-américains, un effort important reste à engager [Meunier, 1975].

Le bilan apparaît cependant déjà très positif. Ainsi, en Colombie la collaboration de Coldesa S. A. (Turbo) et d'Indupalma S. A. (San Alberto) se révèle efficace. Mais la convention avec l'Instituto Colombiano Agropecuario (I. C. A.) et l'équipe de Vallejo a permis de mener à bien un programme complet à Montéria. En plus des croisements destinés aux essais génétiques, on a pu produire près d'un million de semences hybrides, distribuées en Colombie et dans plusieurs pays. Les champs de comportement qui en résultent doivent aider à préparer cette nouvelle culture (observation du comportement, aspect sanitaire, problèmes agronomiques, technologiques...).

Plusieurs lignées ont été également distribuées à des organismes de recherche en Malaisie (MARDI, U. P. B.), en Indonésie (P. N. P.) et en Afrique (N. I. F. O. R.).

Des travaux identiques sont en cours au Costa Rica en collaboration avec l'équipe du Dr Richardson.

DISCUSSION — CONCLUSION

Dans cet article, nous avons volontairement limité l'exposé de chiffres trop précis. Nous pensons en effet que si, sous un angle descriptif, l'hybride commence à être bien cerné, on connaît peu sa valeur en termes de rendement. Les quelques données de production et de qualité de régime, éparses dans le monde, concernent un petit nombre de croisements descendant de quelques *melanococca*, parfois d'un seul, d'origine souvent mal connue mais toujours restreinte.

Notre propos était principalement de mettre en valeur deux aspects qui nous paraissent importants pour l'avenir de l'hybride :

— La variation dans les résultats reflète en partie l'étonnante variabilité du *melanococca* et laisse entrevoir de grandes possibilités de sélection. Des *melanococca* de Colombie, du Brésil ou de Surinam donnent des hybrides très différents. A l'intérieur d'une même souche les arbres peuvent conduire à des lignées très dissemblables par de nombreux caractères : morphologie, production, résistances...

— Quelle que soit la valeur des hybrides connus actuellement, trois caractères affirment l'intérêt de l'hybride et justifient son étude : la croissance en hauteur, le comportement vis-à-vis des maladies et des insectes, la qualité de l'huile.

Ces qualités font qu'il semble impensable qu'une station travaillant sur palmier à huile puisse négliger l'*Elaeis melanococca*. Quant à l'hybride, nous le pensons promis à un avenir certain, à tel point qu'il ne nous paraît pas impossible de le voir, dans le futur, remplacer progressivement *E. guineensis* dans les plantations industrielles.

Pour l'instant cependant, la parole revient aux sélectionneurs. Nous avons vu, en effet, qu'à côté de croisements remarquables, il peut s'en trouver de moins séduisants. Un important travail reste

donc à réaliser pour s'assurer de la production de régimes, améliorer le taux d'extraction, répertorier et éviter les accidents toujours possibles dans un croisement interspécifique.

Ceci ne peut s'effectuer que par l'accomplissement d'un programme pluridisciplinaire, à grande échelle, où l'on teste des centaines de lignées représentant le maximum d'hybrides entre les diverses souches.

L'ampleur des champs génétiques mis en place en Afrique, en Amérique latine et en Extrême-Orient, selon le schéma que nous venons d'exposer, conditionne le succès des plantations futures et de la seconde génération d'amélioration.

Mais une génération signifie dix ans chez le palmier et notre propos n'est pas de limiter strictement aux chercheurs la garde de ce matériel nouveau en attendant cet horizon 1985 si prometteur. La culture industrielle de l'hybride se justifie déjà dans plusieurs cas : c'est l'alternative au palmier à huile dans les régions où cette espèce se trouve exposée à des maladies graves (Nord Colombie, Panama). C'est aussi le champ d'expérimentation nécessaire aux grandes plantations pour évaluer les aspects agronomiques et technologiques propres à cette culture neuve. Ce peut être enfin l'orientation vers la qualité de cette huile nouvelle et le pari sur un marché qui reste à créer.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNAUD F. (1973). — Etude comparative de l'hybride *Elaeis guineensis* × *Elaeis melanococca* et de ses parents. Thèse D. E. A., Faculté Orsay-Paris.
- ARNAUD F. et RABECHAU H. (1972). — Premières observations cytolochimiques de la résistance du palmier à huile au « dépérissement brutal ». *Oléagineux*, 27, p. 525-529.
- A. T. A. C. et COLDESA (1974). — Replanting diseased oil palm areas with *Elaeis oleifera* × *E. guineensis* hybrids at « La Arenosa » Estate in Colombia. *Oil Palm News*, 18, p. 1-5.
- BARON C., DIOMANDE M., DAGO G. et VIRY B. (1974). — Etude nutritionnelle comparée de différentes huiles de palme. *Oléagineux*, 29, p. 517-520.
- DAGO G. (1975). — Etude nutritionnelle de différentes huiles de palme d'origine ivoirienne. Influence du chauffage et du fractionnement. Thèse Université, Dijon.
- DIOMANDE M. (1975). — Etude nutritionnelle comparée de deux variétés d'huile de palme d'origine ivoirienne. Thèse Université, Dijon.
- GENTY Ph., LOPEZ G. et MARIAU D. (1975). — Dégâts de *Pestalotopsis* induits par des attaques de *Gargaphia* en Colombie. *Oléagineux*, 30, p. 199-204.
- HARDON J. J. (1969). — Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. II-Vegetative growth and yield of F₁ hybrids *E. guineensis* × *E. oleifera*. *Euphytica*, 18, p. 380-388.
- HARDON J. J. et TAN G. Y. (1969). — Interspecific hybrids in the genus *Elaeis*. I Crossability, cytogenetics and fertility of F₁ hybrids of *E. guineensis* × *E. oleifera*. *Euphytica*, 18, p. 372-378.
- KEIFER H. H. (1975). — Eriophyid studies. c-10. U. S. Dep. of Agric. 3-4.
- LOPEZ G., GENTY Ph. et OLLAGNIER M. (1975). — Contrôle préventif de la « Marchitez sorpresiva » de l'*Elaeis guineensis* en Amérique latine. *Oléagineux*, 30, p. 243-250.
- LUBIS A. (1975). — Laporan Kerja 1974 Departemen Seleksi. Maribat Uler. P. Slantar.
- Mac FARLANE N., SWETMAN T. et CORNELIUS J. A. (1975). — Analysis of mesocarp and kernel oils from the american oil palm and F₁ Hybrids with the west african oil palm. *J. Sci. Food Agric.*, 26, p. 1293-1298.
- MEUNIER J. (1975). — Le palmier à huile américain *Elaeis melanococca*. *Oléagineux*, 30, p. 51-61.
- MEUNIER J. (1975). — Les prospections de palmacées. Une nécessité pour l'amélioration des palmiers oléagineux. 6 p. F. A. O. Rome.
- MEUNIER J. et GASCON J. P. (1972). — Le schéma général d'amélioration du palmier à huile à l'I. R. H. O. *Oléagineux*, 27, p. 1-12.
- MEUNIER J. et BOUTIN D. (1975). — L'*Elaeis melanococca* et l'hybride *Elaeis melanococca* × *Elaeis guineensis*. Premières données. *Oléagineux*, 30, p. 5-8.
- MOKTAR H. (1968). — Annual report, Banting.
- N. I. F. O. R. (1969). — Fifth annual report of the Nigerian Institute for oil palm research.
- NOIRET J. M. et WUIDART W. (1976). — Possibilités d'amélioration de la composition en acides gras de l'huile de palme — Résultats et perspectives. *Oléagineux*, 31, n° 11, p. 465-474.
- PHILIPPE R. (1976). — Etude du développement de *Coelaenomenodera Elaëidis* Mlk. sur hybride *E. guineensis* × *E. melanococca* (à paraitre).
- SOCFIN (1975). — SOCFIN oil palm selection. Kuala Lumpur.
- VALLEJO G. R. et CASSALETT C. D. (1975). — Perspectivas del cultivo de los híbridos interespecíficos de Noli (*Elaeis oleifera* — H. B. K. — Cortez) × palma africana de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia. *Revista del I. C. A.* Vol. 10, n° 1, p. 19-35.
- VANDERWEYEN R. et ROELS O. (1949). — L'*Elaeis melanococca* × Gaertner (em. Bailey) Pub. de l'INEAC. Série Sci. 42, p. 11-24.
- WUIDART W. et GASCON J. P. (1975). — Etude de la composition de l'huile d'*Elaeis guineensis* Jacq. Possibilités d'amélioration. *Oléagineux*, 30, p. 401-408.

SUMMARY

E. melanococca × *E. guineensis* Hybrid and its Improvement.

J. MEUNIER, G. VALLEJO and D. BOUTIN, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 12, p. 519-528.

Elaeis guineensis hybridizes easily with the American species *Elaeis melanococca*. The progeny, usually vigorous, presents numerous morphological similarities with its American parent. However, for most of the quantitative characters the hybrid appears intermediary to its parents. The relatively slow heightwise growth, its adaptation to marginal ecologies and above all the quality of its oil and the resistance factors are the main advantages offered by this hybrid. The I. R. H. O. has undertaken its improvement, and is now pursuing a complete selection programme which includes tests of general combining ability between origins, tests of specific combining ability between parents and genetic trials intended to solve the problems posed by this interspecific hybridization. Simultaneously, detailed cytological observations are carried out on the parents and the hybrid, and multi-site trials enable the performance and agronomic requirements of this new crop to be studied.

RESUMEN

El híbrido *E. melanococca* × *E. guineensis* y su mejora.

J. MEUNIER, G. VALLEJO y D. BOUTIN, *Oléagineux*, 1976, 31, N° 12, p. 519-528.

La hibridación del *Elaeis guineensis* con la especie americana *Elaeis melanococca* es fácil de realizar. La descendencia que suele ser vigorosa, presenta muchas semejanzas morfológicas con el genitor americano. Ahora bien, para la mayoría de los caracteres cuantitativos, el híbrido parece intermediario entre sus dos genitores. Las principales ventajas de este híbrido son el crecimiento longitudinal relativamente lento, la adaptación a unos medios ambientes desfavorables y sobre todo la calidad del aceite y los factores de resistencia. El I. R. H. O. emprendió la mejora de este híbrido, y ahora está prosiguiendo un programa de selección completo que incluye pruebas de aptitud general combinatoria entre las variedades, pruebas de aptitudes específicas entre los genitores, y diversos ensayos genéticos encaminados a resolver los problemas que se plantean con esta hibridación interespecífica. Al mismo tiempo se prosigue observaciones citológicas detalladas sobre los genitores y el híbrido, y unos ensayos multilocales permiten estudiar el comportamiento y los requerimientos agronómicos de este nuevo cultivo.

E. melanococca x *E. guineensis* hybrid and its improvement

A new future for the oil palm

J. MEUNIER (1), G. VALLEJO (2) and D. BOUTIN (3)

Oil-yielding palms are abundant in Latin America; for nearly two centuries botanists have described and classified several hundred species. Amongst them, *Elaeis melanococca* (or *oleifera*), this tree so uncommon in its distribution, its habit and its foliage that at first it is difficult to know which genus to attribute to it, and yet so similar to *Guineensis* in its bunches and its biology that it is called « American oil palm ».

This tree becomes known in Africa and the Far East. The few specimens introduced attract attention by their foliage, their slow growth and the possibility of hybridizing them with *E. guineensis*. But it is the great development period of the latter species in Malaysia, Indonesia and Zaïre... The result of genetic and agronomic research give new impetus to its extension in numerous countries after the second world war.

However, America sees its vegetable oil deficit increasing. Oil palm is introduced there; in one place it is a success, in another, several thousand hectares disappear, swept away by an unknown disease. Only about 100 trees survive: they are « hybrids » from a fertilization made by Schoenetzter in Surinam.

This example of resistance illustrates one of the attractions of *Melanococca*. It also confirms the advantage of the improvement programme started by the I. R. H. O. as long ago as 1968 and which we will attempt to explain after a brief description of the hybrid.

E. MELANOCOCCA x *E. GUINEENSIS* HYBRID

Description.

Vanderweyen and Roels [1949] then Hardon [1969] gave fairly precise descriptions of this hybrid; we will recapitulate them, adding a few details.

The structure of the root system appears very similar to that of the oil palm. There are a few cytohistochemical differences however, the roots of the hybrid, like those of the American parent, containing a larger quantity of tannins and phenolic compounds than *Guineensis* [Arnaud and Rabéchaud, 1972].

The trunk grows much more slowly than in the oil palm.

The fairly stiff leaves tend to form a skirt touching the ground around the trunk, which could hinder the harvest. The tree inherits from *Melanococca* the insertion of its leaflets almost in one plane (however, there is frequently a tendency to form two planes very slightly staggered, by 3 to 5°, especially towards the base of the fronds).

Longer and wider than in the oil palm, the leaflets also appear more stiff and unyielding to the touch. As in *E. melanococca*, folds, due to development of the hypodermis towards the inside, border the large wood-and-bast bunches giving a pleated effect. On the other hand, the epidermal formations (stomates, down) are not different [Arnaud, 1973]. The number of tannin cells is intermediary to that of the two parents, the *Melanococca* leaflets containing twice as many polyphenols as those of *Guineensis*.

The appearance of the bunches remains similar to that of *Melanococca*, especially by the form of the spikelets without spines. They also inherit the high percentage of parthenocarpic fruit. The colour of the fruit is intermediary between the two species: generally black at the beginning, turning to olive brown then bright orange when ripe.

In fact, for numerous characters, part of the variations between the different *Melanococca* populations on the one hand, and the *Guineensis* origins on the other, are found in the hybrid. For example, at San Alberto it has been observed that hybrids of Colombian origin have a more sheathing and persistent spathe than those of Brazilian origin. Hybrids made with La Me and Yangambi *Guineensis* origins seem to differ by their growth and sex-ratio. Likewise, the length of the leaf can change according to the hybrids (Table 1).

Bunch Yield and Quality.

Here again, there are great differences between types of hybrids and between the different crosses of the same type.

In general, it seems that the bunch yield of the hybrid may be at least equal if not superior to that of *Guineensis*. In Malaysia, Hardon [1969] speaks of the hybrid having an advantage of about 30 p. 100 over *Guineensis* for the total bunch weight. In San Alberto, the 1970 hybrids produced from 1 to 14 p. 100 more than the *Guineensis* during the first 30 months of harvesting. However, some results prompt caution. Thus, 3 hybrids planted at La Me in 1967 have a mediocre yield. In Colombia, we found one hybrid producing only andromorphic bunches; this rare character rapidly disappears in *Guineensis*, but seems more frequent and persistent in the hybrids.

It is evident that a cross between a selected tree and wild trees in sometimes remote populations can lead to very variable results. The fact that this cross is interspecific can also produce a few « surprises ».

The same variational problems are found for the components of bunch quality, as shown in Table II. In this case, the low extraction rate of the American parent is a disadvantage, since it is probable that these components are partly additive. The oil content of the hybrid bunches thus appears very mediocre compared to normal fruit. On the other hand, the parthenocarpic fruit, often more numerous than the others, mitigate this defect by their high percentage of pulp (practically 100 p. 100 for the Tenera), although it is less rich in oil.

Whilst it is possible to find lines with an extraction rate close to that of the oil palm, it is nevertheless indispensable to make a strict selection so as to eliminate the hybrids in which this character is mediocre.

ADVANTAGE OF THE HYBRID

The appreciable advantages that the *Melanococca* can transmit to the hybrid are fairly well known. A certain adaptability to different environments would allow its cultivation in swampy areas or, on the contrary, in water deficient zones. The heightwise growth, half as rapid as *E. guineensis*, is its most tangible economic advantage: the increased useful life and especially the reduced harvesting costs appear very worth while, notably in small holdings.

But we would like to insist here on two aspects, which, in our opinion, also represent major assets for the future of the hybrid.

Resistance factors.

The first indications of the hybrid's resistance to certain diseases appeared in Turbo (Colombia) where nearly one hectare planted in 1963 with crosses having a *Melanococca* Surinam parent survived spear rot, whereas all the surrounding *Guineensis* were destroyed [Atac, Coldsas, 1974]. Subsequent observations brought out certain tendencies:

— **Spear Rot.** — Whereas the 3 000 Turbo hectares were devastated, the few hybrids planted in several places from 1963 to 1970, developed normally. Thus, the hybrid has a high resistance but this is not total. In effect, several cases were reported on the trees planted in 1963; a few individuals recovered spontaneously, others died. In the 1971 plantings, 34 cases out of 273 trees (12 p. 100) were recorded in four years, but the chemical treatment seems to cure them. Finally, proof of great tolerance, out of 300 ha planted in 1973-1974, only 0.14 p. 100 of cases were observed (on the way to recovery) whereas 75 p. 100 of the 160 *Guineensis* planted fortuitously at the same time, have already disappeared.

— **Ganoderma.** At Banting Moktar [1968] notes that the lower incidence of this disease on hybrids by comparison with the surrounding Dumpy x Dumpy may reflect a degree of resistance. Ng Siew Kee [1976, *personal communication*] cites the mortality rates due to *Ganoderma* in the 1959 field of Jenderata Estate.

Material	Mortality (p. 100)
Deli Dumpy x Deli Dumpy.....	60-70
½ Dumpy x Pisifera.....	10
<i>Melanococca</i> x D. Deli.....	0
<i>Melanococca</i> x Deli Dumpy.....	3

The evolution appears different at Banting where Turner recently reported 39 p. 100 mortality in 1958 hybrids.

(1) Plant Breeding Department, I. R. H. O. Paris.

(2) I. A. Programa Oleaginosas Perennes I. C. A., Palmira Colombia.

(3) Plant Breeding Service I. R. H. O., La Me, Ivory Coast.

— **Basal stem rot** due to an ascomycetes of the *Ustilina* genus, is frequently found in San Alberto. The fungus forms a plate under which the tissues rot, leading to the fall of the tree. This phenomenon has never been observed on the hybrid. However, this fungus was once found on *Melanococca* but when the plate was removed there was no sign of attack [Lopez, 1975, *personal communication*].

— **Fusarium Wilt.** The first results of tests by inoculation seemed to indicate that the hybrid has no specific resistance to this disease. Thus the hybrids with certain « Brazils » appear susceptible, with ratings above 150, whereas certain San Alberto and Monteria (Colombia) show ratings of about 50.

The results of the 1976 tests bring a new fact to light: some trees on a finca in the Monteria region have total resistance (rate 0), and some of their hybrids have the same score, something which has never been observed on *Guineensis*. On the other hand, the trees on fincas a few dozen kilometres away prove to be very sensitive. This is another illustration of the variability which can exist between *Melanococca*, and the possibilities this offers for plant breeding.

If the hybrid manifests an unquestionable tolerance to several diseases, other observations also suggest a certain natural defence against insects harmful to the oil palm.

— **Leptopharsa gibbicarina F. (Gargaphia).** The presence of this stinging insect is thought to be closely linked to the damage caused by fungi (notably *Pestalotiopsis*) in Colombia [Genty *et al.*, 1975]. In order to define the biology of this bug, an attempt was made to breed it in sleeves placed on different trees. It was surprising to note that the adults died rapidly on hybrids whereas the population remained constant on *E. guineensis*. Repeated trials reveal a mortality of 60 p. 100 after two days on *Melanococca* and hybrid whereas that on *Guineensis* was very low or nil [Genty, 1975, *personal communication*]. The difference in tannin contents in the leaves could explain these observations. However, it should be noted that *Pestalotiopsis* affects the hybrid as much as the *Guineensis*.

— **Coelaenomenodera.** Genty's results in Colombia are to be compared to those of Philippe (1976) in the Ivory Coast, who notes appreciable mortality of the eggs of *C. elaeidis* on the hybrid (39 p. 100 as against 26.1 p. 100 on *E. guineensis*) and especially a distinct difference at the young larvae level (89.1 p. 100 mortality against 46.6 p. 100).

— **Struthoscelis.** One species, *S. semiotarsa* in Colombia and in Ecuador, provokes relatively small denticulations on the leaflets. But, from the point of damage an orange yellow band of 1 to 2 cm wide appears very rapidly and spreads to the apex of the leaf. This colour, always visible in *E. guineensis*, is probably due to a toxin emitted by the insect or to a reaction by the plant. It does not exist on the hybrid despite the presence of the defoliator [Genty, 1975, *Personal communication*].

Without wishing to minimise all these advantages, it is only fair to quote several cases where the hybrid does not appear so superior. Thus *Sagallasa valida* is found on this tree although destruction of the root system as complete as on *E. guineensis* has not been observed. We have already mentioned an equal susceptibility to *Pestalotiopsis*.

Similarly, the mite *Retracus elaeis* can cause severe « orange spotting » [Kiefer 1975]. However, at San Alberto the different replications of a trial gave a spectacular demonstration of the total immunity of certain crosses.

The susceptibility to *Cercospora*, sometimes serious in Africa, may partly explain the low yield of the first *Melanococca* × Yangambi at La Me. It appears possible at present to reduce this handicap by chemical treatments. But the existence of a large variability between origins and between trees, as well as the observation of clear relationships between the performance of the parents and that of their progenies, mean that effective selection on this character can be envisaged.

Finally, we would like to add an anomaly of genetic origin discovered on a few hybrids created from Colombian origins. The discolouration in patches, of the chlorophyllian deficiency type, which characterizes it could be due to the interaction of two pairs of genes, one present in the *E. guineensis* and the other in the *E. melanococca*.

Composition of the oil.

E. melanococca pulp oil is characterized by a relatively high rate of unsaturated fatty acids (70 to 83 p. 100 against 40 to 60 p. 100 in *E. guineensis*). The hybrid seems to inherit an oil of intermediary composition. This aspect takes on particular relief at a time when specialists attribute a good number of cardio-vascular diseases to saturated fats and oils, when advertising praises the « merit of polyunsaturated oils in controlling cholesterol » and when the programme « quality of life » becomes a slogan. Also the lowering of the melting point by comparison with the palm oil, decreases handling problems.

Oil of an « average » hybrid contains about 35 p. 100 palmitic acid, 50 p. 100 oleic, 12-14 p. 100 linoleic [Meunier, Boutin, 1975]. However, these figures mask variations between

types of hybrids, for it is probable that the differences between *Melanococca* and *Guineensis* can be found again in the hybrid if the transmission of fatty acids occurs as in *Guineensis* [Wuidart and Gascon, 1975].

We have very little information on this subject, but the data given in Table III where crosses of three *Melanococca* with one La Me and one Yangambi are compared with the La Me, Yangambi and Monteria populations, seem to indicate an additive heredity, at least for the palmitic and oleic acids.

We have already indicated that the extraction rate of the hybrid owes a great deal to parthenocarpic fruit. A trial carried out at La Me found no difference between their oil composition and that of normal fruit with the exception of palmitic acid of which there is slightly more in the latter (Table IV), which also contains more carotene.

An attractive composition is not enough to make an oil fit for consumption. A study undertaken in the IBANA laboratories which analysed the results of the ingestion of hybrid oil by rats, proved that there was no significant difference with groundnut oil (control) either for the nutritional value or the eventual pathological effects [Baron *et al.*, 1974; Diomande, 1975; Dago, 1975].

Let us note that it has been observed that pure *Melanococca* kernel oil presents low lauric acid rates and high myristic and oleic ones in comparison with palm kernel oil. Comparison of Table 5 with the results of Macfarlane *et al.* [1975] shows that the Turbo and Monteria trees are similar in this respect. However, our results differ for the hybrids, which we find closer to the American parent when it is used as female. Thus it seems that the heredity of kernel oil composition includes a clear maternal effect which is not surprising for a character concerning a triploid organ (Table V).

IMPROVEMENT OF THE HYBRID

All the qualities discussed above led the I. R. H. O. around 1966, to envisage a programme of study and improvement of the hybrid, the objective of which was the creation of a material associating the advantages of the two species.

The originality of this undertaking required that all the problems which could be posed by the study of a new species, its hybridization with an already improved plant and its cultivation should be provided for and the research to be done decided, drawing inspiration from experience acquired with *E. guineensis*.

Thus, so as to avoid the drawbacks of a limited genetic variability, well known in the oil palm, the first concern of the I. R. H. O. was to prospect the zone of dispersal of *Melanococca* systematically in order to establish collections and to characterize the populations [Meunier, 1975].

General Plan.

The aim of this programme is to increase the oil yield of the hybrid. It is conducted according to a plan similar to that adopted for *E. guineensis* [Meunier, Gascon, 1972] and comprises:

— *general combining ability tests* in which a sample of each *Melanococca* population is crossed with various *Guineensis* origins at present in use so as to determine the populations able to produce the best combinations;

— *specific combining ability tests* where certain trees of a population are fertilized with known *Guineensis*, so as to pick out the best hybrids between two populations noted for their general combining ability. These comparative trials are carried out according to a partial diallel type plan allowing the evaluation of genetic variances as well;

— « *genetic fields* » composed of selfs and crosses (intra and inter populations) inside each species. These lines use the same parents as the hybrids on test; they allow the best crosses to be reproduced for seed supply and are the basis of the second improvement cycle.

The yield variations perceived in the existing hybrids encourage a certain amplitude in this programme as regards the number of trees and crosses to be tested. The information drawn from it about the variances (additivity, dominance, interactions...) moreover will be fundamental to the adoption of a strategy: should the best hybrid combinations be sought then improved whilst preserving the good interparental relationship balance, or on the contrary, is it preferable to improve each species separately before hybridizing them? What relative importance should be accorded to these methods for each character.

Additional programmes.

The success of the plan set out above greatly depends on a better understanding of the hybrid. In addition the aspects of quality, resistance, adaptation... should not be neglected for the improvement of yield.

— Character heredity is studied from reciprocal and F_2 crosses. This ensemble is completed by back-crosses notably with Deli. This excellent Dura could, in effect, compensate the mediocre extraction rate of *melanococca*. The exceptional Dura Deli are hybridized, and trees retained in generation F_1 are re-crossed with *E. melanococca*. In each generation trees that have kept the *Melanococca* phenotype and a good bunch quality are retained. Let us note that in the long term, by conducting an identical programme based on African Tenera, $D \times P$ crops producing practically pure *Melanococca* oil could be realized.

— Cytogenetic research compares the structure of the two species and their hybrid. It can explain certain resistances for example, but it is mainly oriented towards the study of phenomena related to interspecific hybridization: anomalies in the pairing of chromosomes [Hardon, 1969], incompatibilities between certain trees, fertility of hybrid pollen (in effect it seems that the viability of this pollen is about 30 p. 100 sometimes less)...

— The oil composition receives special attention. This important programme is closely linked to the work carried out on the *Guineensis* [Wuidart, Gascon, 1975; Noiret and Wuidart, 1976]. Until the hybrids can be observed, all the American parents are analysed with a view to crossing trees presenting high unsaturated fatty acid rates. The oil of certain *Melanococca* contains 82 p. 100 unsaturated (67 p. 100 oleic acid + 15 p. 100 linoleic acid, to 62 p. 100 oleic + 20 p. 100 linoleic). An additive heredity of these characters would mean that it could be hoped to produce hybrids attaining 70 to 75 p. 100 unsaturated acids in combination with several trees of La Me origin.

— Finally, performance in relation to diseases is observed. In particular, as with all the lines in the selection programmes, hybrids are submitted to Wilt resistance tests. Special studies concern *Cercospora* leaf spot which particularly affects the hybrid in Africa. The performance under test (artificial inoculation) and in the field on numerous crosses (700 in the Ivory Coast) allows the differences to be shown up and a selection made.

Realization.

The high cost and the difficulties which such a programme can represent are easily conceived. Its realization is of general interest for the tropical zone, notably Latin America, cradle of *Melanococca*, and also the Far East and Africa, principal areas of oil palm cultivation, without forgetting all the palm oil user countries.

Consequently, it seems that international co-operation on the financial and technical planes is justified. This is especially true for the prospecting, where despite our work, assisted by numerous South American organizations, a large effort still has to be made [Meunier, 1975].

However, the balance is already very positive. Thus, in Colombia, the collaboration of Colsesa, S. A. (Turbo) and of Indupalma S. A. (San Alberto) is proving effective, and the agreement with the Instituto Colombiano Agropecuario (I. C. A.) and Dr. Vallejo's team has permitted a complete programme to be carried out in Monteria. Besides the crosses intended for genetic trials, it has been possible to produce nearly one million hybrid seeds, distributed in Colombia and several other countries. The performance trials resulting from

this should prepare the way for this new crop (performance observations, phytosanitary aspect, agronomic and technological problems...)

Several lines have also been distributed to research organizations in Malaysia (MARDI, U. P. B.) in Indonesia (P. N. P.) and in Africa (N. I. F. O. R.)

Identical work is under way in Costa Rica in collaboration with Dr. Richardson's team.

DISCUSSION — CONCLUSION

In this article we have voluntarily avoided citing figures which are too precise. In fact, we think that whilst a reasonably complete picture of the hybrid has been built up from the descriptive point of view, little is known of its yield value. The few yield and bunch quality data collected here and there around the world concern a small number of crosses descended from a handful of *Melanococca*, sometimes from a single one, of an origin often uncertain and always restricted.

Our main intention was to underline two aspects which we consider important for the future of the hybrid:

— The variation in the results partly reflects the extraordinary variability of *Melanococca*, and gives a glimpse of wide possibilities for plant breeding. *Melanococca* from Colombia, Brazil or Surinam give very different hybrids. Within the same origin the trees can father lines which are most dissimilar by many characters: morphology, yield, resistances...

— Whatever the value of the hybrids now known, three characters affirm the advantage of the hybrid and justify its study: heightwise growth, behaviour in the face of diseases and insects, oil quality.

Because of these qualities it seems unthinkable that a Station working on oil palm could neglect *Elaeis melanococca*. As for the hybrid, we have no doubt that it has excellent prospects, to such a degree that it does not appear impossible to us that at some future date it may replace *E. guineensis* progressively in industrial plantations.

For the moment, however, the last word is with the plant breeders. In effect, we have seen that along side remarkable crosses less attractive ones can be found. A great deal of work remains to be done therefore to ascertain bunch yield, to improve the extraction rate and to index and to avoid the accidents always possible in an interspecific cross.

This can only be done by the accomplishment of a large scale pluridisciplinary programme, where hundreds of lines representing the maximum number of hybrids between the various origins are tested.

The size of the genetic fields planted in Africa, Latin America and the Far East according to the plan which we have just explained, conditions the success of future plantations and second generation improvement.

But one generation means 10 years for the oil palm and our purpose is not to leave this new material solely in the keeping of research workers whilst awaiting this very promising 1985 horizon. Industrial cultivation of the hybrid is already justified in several cases: it is the alternative to oil palm in regions where this species is exposed to serious diseases (North Colombia, Panama). It is also the experimental field which the large plantations need to evaluate the agronomic and technological aspects specific to this new crop. Finally, it can be the orientation towards the quality of this new oil and a gamble on a market which remains to be created.